

METHOD AND DEVICE FOR PROTECTING A NON-FERROUS MOLTEN METAL

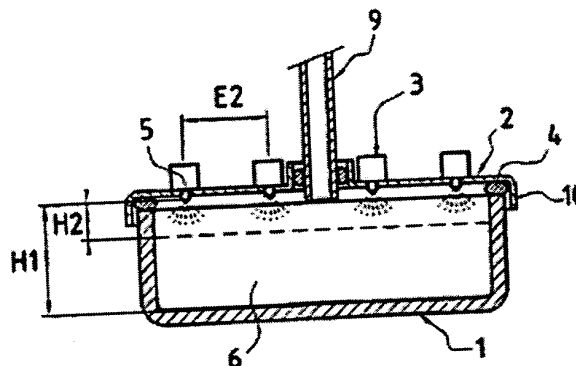
Patent number: FR2809643
Publication date: 2001-12-07
Inventor: PESCHEUX MICHEL PIERRE GEORGES; MOURON JULIEN
Applicant: BROCHOT SA (FR)
Classification:
 - international: B22D21/04
 - european: B22D5/04; B22D21/00B2; B22D27/00A
Application number: FR20000006990 20000531
Priority number(s): FR20000006990 20000531

Also published as:

WO0191948 (A1)

Abstract of FR2809643

The invention concerns a method for protecting from oxidation and ignition a non-ferrous molten metal cast in a mould optionally mobile in translation. The invention is characterised in that it consists in: expelling ambient air from the inside of the mould by injecting therein before introducing the metal, a gas mixture forming a protective atmosphere; casting the metal in the mould under confined protective atmosphere; and maintaining the confinement of the protective atmosphere in the mould continuously so that the gas stream perpendicular to the surface of the molten metal is higher than the speed of the upward flow rate of natural convection and the discharge rate of the gas mixture is higher than the penetration speed of ambient air into the mould.



Data supplied from the esp@cenet database - Worldwide

19) RÉPUBLIQUE FRANÇAISE
INSTITUT NATIONAL
DE LA PROPRIÉTÉ INDUSTRIELLE
PARIS

⑪ N° de publication :
(à n'utiliser que pour les
commandes de reproduction)

2 809 643

②¹ N° d'enregistrement national : 00 06990

⑤¹ Int Cl⁷: B 22 D 21/04

⑫

DEMANDE DE BREVET D'INVENTION

A1

②② Date de dépôt : 31.05.00.

③③ Priorité :

⑦1 Demandeur(s) : *BROCHOT SA Société anonyme* —
EB.

④3 Date de mise à la disposition du public de la demande : 07.12.01 Bulletin 01/49.

56 Liste des documents cités dans le rapport de recherche préliminaire : *Se reporter à la fin du présent fascicule*

⑥ Références à d'autres documents nationaux apparentés :

(72) Inventeur(s) : PESCHEUX MICHEL PIERRE GEORGES et MOURON JULIEN.

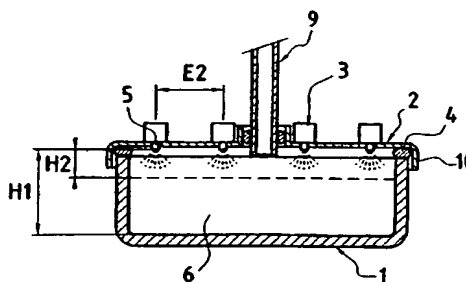
73 Titulaire(s) :

(74) Mandataire(s) : CABINET BEAU DE LOMENIE.

(54) PROCÉDÉ ET DISPOSITIF POUR PROTÉGER UN MÉTAL FONDU NON FERREUX.

57 L'invention concerne un procédé pour protéger de l'oxydation et de l'inflammation un métal fondu non ferreux coulé dans un moule éventuellement mobile en translation, caractérisé en ce qu'

- on chasse l'air ambiant de l'intérieur du moule en y injectant avant introduction du métal, un mélange gazeux formant une atmosphère protectrice,
- on coule le métal dans le moule sous atmosphère protectrice confinée, et
- on maintient le confinement de l'atmosphère protectrice en distribuant le mélange gazeux dans le moule de façon continue de telle sorte que le flux gazeux perpendiculaire à la surface du métal fondu soit supérieur à la vitesse ascendante de convection naturelle et que le débit de fuite du mélange gazeux soit supérieur à la vitesse de pénétration de l'air ambiant à l'intérieur du moule.



FR 2 809 643 - A1



2809643

1

La présente invention concerne un procédé et un dispositif pour protéger de l'oxydation et de l'inflammation un métal fondu non ferreux, notamment du magnésium liquide, dans les installations mettant en oeuvre ces métaux et leurs alliages.

5 Il est connu, dans les machines de coulée mettant en oeuvre des métaux non ferreux, et notamment du magnésium fondu, de protéger la surface du métal fondu contre l'oxydation et l'inflammation en diffusant un gaz ou un mélange gazeux ayant des propriétés protectrices adaptées à la nature du métal.

10 Les dispositifs assurant la diffusion du gaz de protection sont généralement constitués d'un réseau de tuyaux disposés au-dessus de la surface du métal à protéger qui sont pourvus d'orifices et ou de buses de pulvérisation.

15 Ces dispositifs sont généralement équipés d'éléments de couverture ou installés à l'intérieur d'une hotte afin de limiter les pertes de gaz par les effets de convection dus à la température élevée de la surface du métal et aux déplacements de l'atmosphère environnante.

Toutefois, ces systèmes restent assez ouverts, ce qui engendre une consommation de gaz importante.

20 Ce phénomène est encore aggravé dans les machines de coulée de lingots ou de gueuse qui comportent des moules en mouvement et des organes de coulée encombrants et mobiles qui rendent encore plus difficile la couverture de la surface du métal fondu.

25 Ces dispositifs utilisent les propriétés chimiques des gaz de protection qui forment par réaction avec le métal fondu une couche de composés métalliques à la surface dudit métal.

30 Dans une application protectrice du magnésium, ces mélanges de gaz de protection comportent généralement des constituants gazeux tels que SF₆, SO₂, ou BF₃, dont les réactions chimiques avec le magnésium sont suffisamment importantes pour compenser la dispersion rapide du mélange gazeux vers l'atmosphère.

Toutefois, ces constituants présentent de nombreux inconvénients car ils sont généralement corrosifs, coûteux et nuisibles à l'environnement.

35 Il est par ailleurs possible d'utiliser d'autres mélanges gazeux ne comportant pas de tels gaz mais du CO₂, des gaz oxydants, des gaz

2809643

2

inertes tels que l'argon des gaz lourds tels que le xénon ou des mélanges comportant des proportions variables de ces différents gaz.

5 Mais la réaction chimique de tels mélanges avec le magnésium étant moins importante qu'avec les gaz cités précédemment, la couche protectrice créée en surface du métal fondu est moins efficace, et il faut alors considérablement augmenter les débits mis en oeuvre pour obtenir une protection suffisante.

On voit donc que l'efficacité d'un dispositif de protection peut dépendre de deux facteurs :

- 10 1) les réactions chimiques de certains constituants du mélange gazeux de protection avec le métal fondu à protéger ;
2) le remplacement de l'atmosphère ambiante, au voisinage de la surface du métal fondu, par un mélange gazeux de protection moins réactif chimiquement mais isolant la surface des effets des composants de l'air (principalement l'oxygène et l'azote).

15 Les dispositifs existants utilisent de façon presque exclusive le premier de ces deux facteurs.

La présente invention a pour objectif principal de mettre en oeuvre le deuxième facteur permettant ainsi d'utiliser avec efficacité des
20 mélanges gazeux de moindre réactivité chimique.

Elle n'exclut pas pour autant l'utilisation de mélanges plus réactifs (SF₆, SO₂, etc.) qui augmente l'efficacité et le rendement en terme de consommation.

25 Ce but est atteint selon l'invention au moyen d'un procédé pour protéger de l'oxydation et de l'inflammation un métal fondu non ferreux coulé dans un moule éventuellement mobile en translation, caractérisé en ce qu'

30 - on chasse l'air ambiant de l'intérieur du moule en y injectant avant introduction du métal, un mélange gazeux formant une atmosphère protectrice,

- on coule le métal dans le moule sous atmosphère protectrice confinée, et

35 - on maintient le confinement de l'atmosphère protectrice en distribuant le mélange gazeux dans le moule de façon continue de telle sorte que le flux gazeux perpendiculaire à la surface du métal fondu soit supérieur à la vitesse ascensionnelle de convection naturelle et que le

2809643

3

débit de fuite du mélange gazeux soit supérieur à la vitesse de pénétration de l'air ambiant à l'intérieur du moule.

Selon un mode de réalisation spécifique, on distribue le mélange gazeux sous forme de jets perpendiculaires à la surface du métal fondu en prenant soin de limiter la profondeur de pénétration desdits jets dans le métal à 0,1 mm.

Selon une variante, lesdits jets sont produits par au moins une rampe pourvue d'orifices d'échappement régulièrement espacés.

De préférence, le rapport des distances entre deux orifices d'échappement adjacents, d'une part, et entre chaque orifice et la surface libre du métal fondu, d'autre part, est compris entre 0,25 et 0,60 de façon à assurer une homogénéisation et une répartition satisfaisantes du mélange gazeux dans le moule.

De même, le rapport de la distance entre deux orifices d'échappement adjacents au diamètre desdits orifices est compris entre 4 et 7.

Selon une caractéristique avantageuse, on chasse l'air ambiant à l'intérieur du moule avec un débit d'injection du mélange gazeux tel que la vitesse du gaz au fond du moule soit supérieure ou égale à 0,3 m/s.

Selon une autre caractéristique, le rapport des énergies cinétiques respectives du flux gazeux distribué et du flux gazeux déplacé par le moule est supérieur ou égal à 100.

Un autre objet de l'invention est un dispositif pour la mise en oeuvre du procédé défini ci-dessus. Ce dispositif est caractérisé en ce qu'il comprend :

- un capot dont les dimensions sont adaptées à celles du moule et qui porte au moins une rampe de distribution d'un mélange gazeux,
- une goulotte centrale pour la coulée du métal,
- un élément d'étanchéité pour limiter les fuites d'atmosphère protectrice, et
- un élément pour le positionnement dudit capot sur le moule.

Selon une variante, ledit élément d'étanchéité est constitué d'un cordon périphérique formant joint, réalisé en un matériau résistant à des températures comprises entre 700° et 800° C, et destiné à venir en appui sur le pourtour du moule.

2809643

4

Selon une autre variante, ledit élément de positionnement est constitué d'une jupe latérale destinée à envelopper le pourtour du moule.

5 Selon encore une autre variante, le capot porte quatre rampes parallèles raccordées à un collecteur d'alimentation transversal.

Le procédé de l'invention permet de maintenir et densifier l'atmosphère protectrice au contact du métal fondu selon un mode dynamique, en assurant un effet de barrière vis-à-vis des agents pyrogènes.

10 L'invention sera mieux comprise à la lecture de la description qui va suivre accompagnée des dessins sur lesquels :

- les figures 1A et 1B représentent respectivement des vues en coupe et de dessus d'un mode de réalisation du dispositif de l'invention ;
- les figures 2 et 3 représentent des vues de détail en coupe de
15 deux variantes de réalisation de l'invention.

Le procédé de l'invention s'applique à la protection d'un métal fondu tel que du magnésium dans un moule fixe ou mobile.

20 Le moule 1, représenté vide sur la figure 1A, reçoit un capot 2 qui est équipé d'un élément de positionnement tel qu'une jupe latérale 10 destinée à envelopper le pourtour du moule en vue d'assurer son centrage. Un élément d'étanchéité sous forme d'un joint venant en appui sur le pourtour 1 du moule permet de limiter les fuites de l'atmosphère protectrice vers l'extérieur. Le joint est ici constitué d'un cordon périphérique 4 réalisé avec un matériau réfractaire, éventuellement
25 fibreux ou tout autre matériau résistant à la chaleur, les températures atteintes par les métaux légers fondus se situant généralement dans la gamme de 700 à 800°C.

Le capot 2 est équipé d'au moins une, et ici de quatre rampes 3 de distribution du mélange gazeux de protection. Les rampes 3 sont
30 formées de tubulures percées d'orifices 5 qui sont, le cas échéant, munis de buses de pulvérisation. Les orifices 5 sont espacés régulièrement sur les rampes 3 selon un entraxe E1 et les rampes sont espacées entre elles selon un entraxe E2.

35 Les rampes 3 sont toutes raccordées à un collecteur d'alimentation transversal 7, l'ensemble du dispositif étant dimensionné

2809643

5

de manière à assurer une répartition régulière de l'alimentation en mélange gazeux 8 dans les différents orifices 5.

Le capot 2 est équipé d'une ouverture permettant le passage d'une goulotte de coulée du métal fondu 9. Cette ouverture peut également être munie d'un joint de même nature que celui du capot 4.

Les orifices 5 de distribution du mélange gazeux sont donc situés à une distance H1 du fond du moule 1 vide et à une distance H2 de la surface libre du métal fondu après remplissage du moule 1.

La structure du capot 2 peut être surélevée ou surbaissée comme le montrent respectivement les figures 2 et 3 de façon à ce que les distances respectives H1 et H2 permettent de respecter les contraintes suivantes caractéristiques du procédé de l'invention :

I. Soit V1 la vitesse d'injection du gaz dans le moule à chaque orifice (5) et V2 la vitesse résultante à la distance H1 :

V1 doit être suffisante pour que V2 soit supérieure ou égale à 0,3 mètre par seconde (à noter que pour V1 et H1 constants, V2 dépend du diamètre des orifices 5) ce qui permet une chasse efficace de l'air ambiant avant l'introduction du métal fondu.

II. H2 est déterminée de telle sorte que la vitesse V1' du flux gazeux frappant perpendiculairement la surface du métal soit supérieure ou égale à la vitesse ascensionnelle du gaz engendrée par la convection naturelle, ce qui permet d'éviter les phénomènes de stratification (à noter que cette vitesse ascensionnelle dépend de l'intervalle E2 entre les rampes 3).

III. Pour V1' calculée précédemment, la hauteur de poinçonnement de la surface du métal fondu, dû à l'impact du jet, ne doit pas dépasser une valeur de 0,1 mm.

IV. Le rapport E1/H2 doit être entre 0,25 et 0,60 afin d'assurer une bonne homogénéisation des constituants gazeux du mélange et une répartition suffisante de ceux-ci à la surface du métal fondu.

35

2809643

6

V. Le rapport de l'écartement E1 des orifices au diamètre de ceux-ci doit être compris entre 4 et 7.

Le respect des conditions ci-dessus conduit à la détermination
5 des valeurs de E1, E2, H1, H2, V1, ainsi qu'à celle du diamètre des orifices 5.

On en déduira la valeur du débit de mélange gazeux à injecter.

L'ensemble des sections de fuite vers l'extérieur du moule,
constituées par les imperfections des joints 4 et les autres fuites
10 possibles de construction (passage de la goulotte de remplissage en métal, etc.) doit être calculé pour que, compte tenu du débit d'alimentation en gaz de protection 8 calculé précédemment, le débit de fuite du mélange gazeux vers l'extérieur soit supérieur à la vitesse de pénétration de l'air ambiant vers l'intérieur du moule et que, par
15 conséquent, chaque zone du moule soit maintenue en légère surpression.

Le procédé s'adapte également à la coulée de lingots ou de gueuses en continu ou semi-continu telle qu'elle est couramment pratiquée dans l'industrie.

20 Dans ce cas, en plus de toutes les conditions précédentes, le dispositif doit satisfaire à la condition supplémentaire suivante.

VI. Le rapport des énergies cinétiques respectives du flux gazeux distribué et du flux gazeux déplacé par le moule doit être
25 supérieur ou égal à 100 de façon à éviter toute perturbation de l'injection.

Il a été mené une série d'expériences dans lesquelles des lingots
ont été coulés avec un dispositif selon l'invention réalisé conformément
30 aux contraintes exprimées plus haut.

Ces expériences ont été menées en coulant du magnésium pur fondu ainsi que des alliages de magnésium de type AZ91D. Les résultats ont été très satisfaisants y compris en utilisant des mélanges gazeux chimiquement peu réactifs constitués; par exemple de :

35

2809643

7

- 78% de CO₂
- 21% d'argon
- 0,9% d'oxygène
- 0,1 de Xénon

5

ou encore de :

- 79% de CO₂
- 20% d'argon
- 1% de krypton.

10

Il a également été mené une série d'expériences sur un convoyeur de coulée de lingots en grandeur réelle, équipé d'un dispositif conforme aux critères de la présente invention.

15

Là encore les résultats obtenus ont été très satisfaisants avec des mélanges gazeux de même type que ceux décrits ci-dessus.

Dans ces expériences, les paramètres utilisés avec succès ont été les suivants :

20

E1 = 33 mm

E2 = 135 mm

V1 = 1 m/s

H1 = 90 mm

H2 = 20 mm dans la zone coulée puis 57 mm dans la zone de refroidissement

25

- diamètre des orifices de distribution = 5 mm

- nombre d'orifices par rampe = 20

- débit de gaz d'une rampe pour la coulée d'un lingot de 8Kg = 24 dm³/mn

- profondeur de pénétration des jets de gaz dans le métal liquide = 0,05 mm

30

- rapport E1/H2 = 0,58

- rapport - distance des orifices sur diamètre = 6,6

- V2 = 0,37 m/s

- rapport des énergies cinétiques flux distribué sur flux déplacé = 131

35

2809643

8

REVENDICATIONS

1. Procédé pour protéger de l'oxydation et de l'inflammation un métal fondu non ferreux coulé dans un moule éventuellement mobile en translation, caractérisé en ce qu'
- 5 – on chasse l'air ambiant de l'intérieur du moule en y injectant avant introduction du métal, un mélange gazeux formant une atmosphère protectrice,
- 10 – on coule le métal dans le moule sous atmosphère protectrice confinée, et
- on maintient le confinement de l'atmosphère protectrice en distribuant le mélange gazeux dans le moule de façon continue de telle sorte que le flux gazeux perpendiculaire à la surface du métal fondu soit supérieur à la vitesse ascensionnelle de convection naturelle et que le
- 15 débit de fuite du mélange gazeux soit supérieur à la vitesse de pénétration de l'air ambiant à l'intérieur du moule.
2. Procédé selon la revendication 1, caractérisé en ce qu'on distribue le mélange gazeux sous forme de jets perpendiculaires à la surface du métal fondu en prenant soin de limiter la profondeur de
- 20 pénétration desdits jets dans le métal à 0,1 mm.
3. Procédé selon la revendication 2, caractérisé en ce que lesdits jets sont produits par au moins une rampe pourvue d'orifices d'échappement régulièrement espacés.
4. Procédé selon la revendication 3, caractérisé en ce que le
- 25 rapport des distances entre deux orifices d'échappement adjacents, d'une part, et entre chaque orifice et la surface libre du métal fondu, d'autre part, est compris entre 0,25 et 0,60 de façon à assurer une homogénéisation et une répartition satisfaisantes du mélange gazeux dans le moule.
- 30 5. Procédé selon la revendication 3 ou 4, caractérisé en ce que le rapport de la distance entre deux orifices d'échappement adjacents au diamètre desdits orifices est compris entre 4 et 7.
6. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce qu'on chasse l'air ambiant à l'intérieur du moule avec
- 35 un débit d'injection du mélange gazeux tel que la vitesse du gaz au fond du moule soit supérieure ou égale à 0,3 m/s.

2809643

9

7. Procédé selon l'une des revendications précédentes, caractérisé en ce que le rapport des énergies cinétiques respectives du flux gazeux distribué et du flux gazeux déplacé par le moule est supérieur ou égal à 100.

5 8. Dispositif pour la mise en oeuvre du procédé selon l'une des revendications 1 à 7, caractérisé en ce qu'il comprend :

– un capot (2) dont les dimensions sont adaptées à celles du moule (1) et qui porte au moins une rampe de distribution (3) d'un mélange gazeux,

10 – une goulotte centrale (9) pour la coulée du métal,
– un élément d'étanchéité pour limiter les fuites d'atmosphère protectrice, et
– un élément pour le positionnement du capot (2) sur ledit moule (1).

15 9. Dispositif selon la revendication 8, caractérisé en ce que ledit élément d'étanchéité est constitué d'un cordon périphérique (4) formant joint, réalisé en un matériau résistant à des températures comprises entre 700° et 800°C, et destiné à venir en appui sur le pourtour du moule (1).

20 10. Dispositif selon la revendication 8 ou 9, caractérisé en ce que ledit élément de positionnement est constitué d'une jupe latérale destinée à envelopper le pourtour du moule.

25 11. Dispositif selon l'une des revendications 8 à 10, caractérisé en ce que le capot (2) porte quatre rampes parallèles raccordées à un collecteur d'alimentation transversal (7).

2809643

1/1

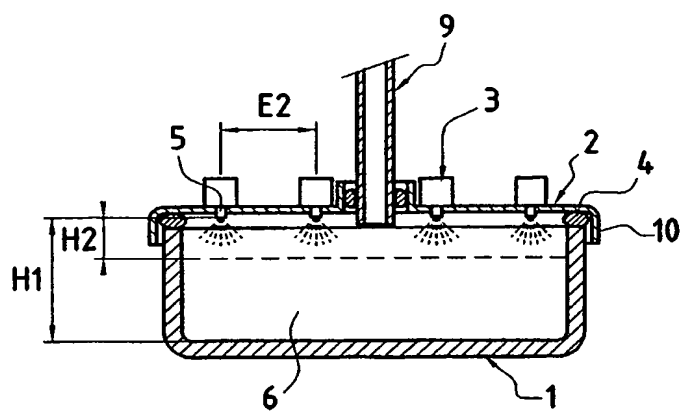


FIG. 1A

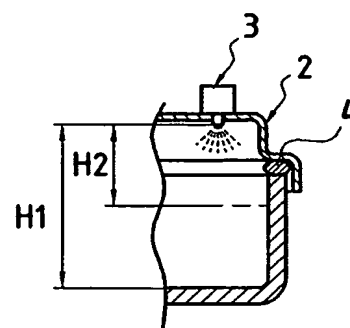


FIG. 2

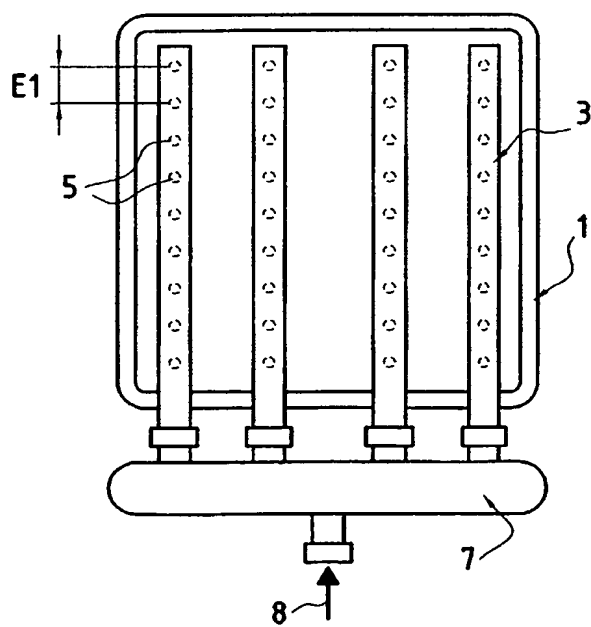


FIG. 1B

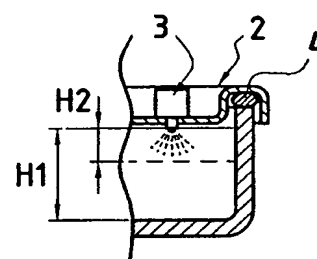


FIG. 3

RÉPUBLIQUE FRANÇAISE



RAPPORT DE RECHERCHE PRÉLIMINAIRE

établi sur la base des dernières revendications
déposées avant le commencement de la recherche

2809643

N° d'enregistrement
nationalFA 587652
FR 0006990

DOCUMENTS CONSIDÉRÉS COMME PERTINENTS		Revendication(s) concernée(s)	Classement attribué à l'invention par l'INPI
Catégorie	Citation du document avec indication, en cas de besoin, des parties pertinentes		
X	WO 97 21510 A (MAGNESIUM CORP AU PTY ;COMMW SCIENT IND RES ORG (AU); RICKETTS NIG) 19 juin 1997 (1997-06-19) * abrégé; revendications 1-16; figures 1-6 * * page 9, ligne 13 - page 13, ligne 32 * ---	8, 10, 11	B22D21/04
A	FR 2 775 209 A (BROCHOT SA) 27 août 1999 (1999-08-27) * abrégé; revendications 1-9; figure 1 * ---	1-11	
A	EP 0 150 226 A (NORANDA INC) 7 août 1985 (1985-08-07) * page 7, ligne 12 - page 12, ligne 13; figures 2-4 * ---	1-11	
A	US 4 565 234 A (RIMBERT JEAN F) 21 janvier 1986 (1986-01-21) * colonne 3, ligne 1 - colonne 4, ligne 56; figures 1, 2 * -----	1-11	
			DOMAINES TECHNIQUES RECHERCHÉS (Int.CL.7)
			B22D
Date d'achèvement de la recherche		Examineur	
29 janvier 2001		Mailliard, A	
CATÉGORIE DES DOCUMENTS CITÉS X : particulièrement pertinent à lui seul Y : particulièrement pertinent en combinaison avec un autre document de la même catégorie A : arrière-plan technologique O : divulgation non-écrite P : document intercalaire T : théorie ou principe à la base de l'invention E : document de brevet bénéficiant d'une date antérieure à la date de dépôt et qui n'a été publié qu'à cette date de dépôt ou qu'à une date postérieure. D : cité dans la demande L : cité pour d'autres raisons & : membre de la même famille, document correspondant			

1

EPO FORM 1503 12.99 (P04C14)